

M. Mer fait à la Société la communication suivante :

INFLUENCE DES DÉCORTICATIONS ANNULAIRES SUR LA VÉGÉTATION
DES ARBRES, par M. **Émile MER**.

J'ai entrepris depuis quatre ans une série de recherches afin d'étudier avec plus de précision qu'on ne l'avait fait jusqu'ici les effets physiologiques des décortications annulaires. Dans ce but j'ai mis en expérience de nombreux arbres d'essence, d'âge et de constitution variés, végétant les uns en massif, les autres isolés. Les annélations furent effectuées à diverses époques de l'année; on enleva l'écorce sur différentes largeurs, depuis 20 centimètres jusqu'à 6 et 8 mètres. Pour chaque sujet d'expérience les conséquences de l'opération furent enregistrées jusqu'à sa mort, laquelle survenait au bout d'un temps fort variable : de deux ou trois mois à trois ou quatre ans. Dans le cours de cette période je prélevai de nombreux échantillons à divers niveaux (dans l'anneau, de même qu'au-dessus et au-dessous de celui-ci) pour étudier les variations que l'opération avait fait subir dans chacune de ces régions à la teneur en eau, en amidon, en tanin et en azote. Cet examen porta aussi sur les racines et me fournit, comme on le verra, des données importantes, non seulement sur les effets des annélations, mais encore, à un point de vue plus général, sur le mouvement des substances nutritives dans les arbres. Enfin, je fis diverses expériences sur les décortications de branches. Toutes ces études ne sont pas terminées, mais j'ai déjà amassé des matériaux en quantité suffisante pour être à même d'établir, d'une manière précise, les principales conséquences des annélations.

I

J'ai constaté que les effets produits par les décortications annulaires sur la végétation des arbres sont soumis à un certain nombre d'influences que je vais passer en revue :

1° *Largeur des anneaux d'écorce enlevés.* — Toutes choses égales d'ailleurs, plus cette largeur est grande, plus rapide est le dépérissement. Ainsi, sur tous ceux de mes arbres d'expérience, qu'elle qu'en fût l'essence, qui avaient été écorcés depuis la base jusqu'aux premières branches, c'est-à-dire sur presque toute la longueur du fût (6 à 8 mètres), la cime est morte bien plus tôt que sur ceux où un anneau d'écorce de 20 à 30 centimètres seulement avait été détaché.

2° *Situation de l'annélation.* — J'ai toujours remarqué que, quand elle avait été pratiquée à la partie supérieure du fût (sous les branches), la cime

dépérissait plus tôt que quand l'écorcement avait eu lieu à la base (à 30 ou 40 centimètres de terre).

3° *Structure du bois, état de la réserve amylacée suivant les essences.* — Toutes choses égales d'ailleurs, les essences pourvues d'un duramen supportaient moins l'opération que les autres. Il en était ainsi pour les Chênes. Parmi celles dont la région centrale n'est pas occupée par un duramen, il existait de notables différences suivant que le bois avait une structure facilitant plus ou moins rapidement la dessiccation, suivant aussi que la réserve amylacée était plus ou moins abondante. Les essences à bois léger, renfermant peu d'amidon, dépérissaient rapidement. Celles au contraire qui ont un bois compact et une forte réserve d'amidon ne succombaient qu'au bout d'un temps assez long. Dans le premier cas se rangent les arbres à bois blanc (Peuplier, Tilleul et surtout Épicéa). Dans le second on doit grouper le Charme et surtout le Hêtre (1).

4° *Situation des arbres.* — Les annélations m'ont paru être moins rapidement nuisibles sur les arbres vivant en massif que sur ceux qui étaient isolés, sur ceux exposés au nord et à l'est que sur ceux placés au midi et à l'ouest.

5° *Grosueur des arbres.* — Des Chênes de trente-cinq ans écorcés en juillet 1890 étaient morts pour la plupart à l'entrée de l'hiver suivant, tandis que d'autres Chênes plus âgés (quatre-vingts ans) et plus gros par conséquent, opérés à la même époque, purent vivre un, deux et même trois ans.

6° *Vigueur végétative.* — Les sujets vigoureux résistaient plus longtemps que ceux dont la végétation était languissante. Dans certains cas cette influence contre-balançait celle relative à la situation. Ainsi des arbres placés sous le couvert de leurs voisins auraient dû, d'après ce qui vient d'être dit, dépérir moins vite. C'est le contraire cependant qui se produisait.

7° *Protection exercée sur le bois dénudé.* — Dans mes expériences je n'ai pas eu recours à des enduits protecteurs. Leur efficacité, provisoire tout au moins, est bien connue et a été surtout mise en évidence par les recherches de Faivre (2). Mais il m'est arrivé de voir le tronc des Pins sylvestres se couvrir d'un enduit de résine dans toute la région écorcée. Plusieurs de ces Pins ont vécu assez longtemps. Sur l'un d'entre eux notamment, annelé à 6 mètres de terre, j'ai pratiqué dix-huit mois après, une section à travers l'anneau; le bois ne s'était presque pas desséché à la périphérie. Une rondelle faite à ce niveau renfermait encore 43 pour 100 d'eau. Or, à 20 centimètres au-dessous de l'anneau, le bois en renfermait la même quantité et à 20 centimètres au-dessus il n'en contenait guère plus : 48 pour 100. Je suis porté à croire que la résine

(1) Un de mes Hêtres, âgé de quatre-vingts ans, situé dans une coupe récemment faite, avait été écorcé sur 8 mètres de hauteur au mois de mai 1888. Il conserva ses feuilles jusqu'à l'automne. Au printemps des années 1889, 1890 et 1891, de nouvelles feuilles apparurent. Elles étaient chaque année plus petites et moins nombreuses que l'année précédente. Elles tombaient plus tôt et naissaient plus tard que les feuilles normales; mais le dépérissement intégral ne survint qu'au mois de septembre dernier.

(2) *Annales des sciences naturelles*, 5^e série, t. XII, p. 135 et suiv.

desséchée qui avait coulé à la surface de la plaie et y formait une couche assez épaisse protégeait le bois contre la dessiccation.

8° *Disposition des arbres à se couvrir de branches au-dessous de l'annélation.* — Certaines essences se garnissent de branches après l'écorcement quand les sujets ne sont pas trop âgés. Ceux d'entre eux auxquels je laissais ces branches vivaient plus longtemps que ceux sur lesquels je les faisais couper. En général les résineux mouraient plus tôt que les feuillus ; mais, comme il y avait à tenir compte de l'intervention de plusieurs des influences dont il vient d'être question, on ne pouvait attribuer ce résultat uniquement à l'absence de rejets sur le bas du tronc.

9° *Disposition des racines à se souder à celles des arbres voisins.* — On sait que les racines de certains arbres se greffent facilement par approche aux racines des arbres de même espèce qui les entourent, et que cette faculté varie beaucoup suivant les essences. Le Sapin est certainement l'une de celles où cette soudure est le plus fréquente. Il suffit de mettre à nu les racines dans un massif de Sapins végétant à l'état serré, pour voir que toutes les racines sont soudées les unes aux autres et forment un véritable lacis. La plupart de mes Sapins d'expérience vivaient plus longtemps que les Épicéas et les Hêtres qui s'y trouvaient mélangés. Je n'hésite pas à attribuer ce résultat à la soudure dont je viens de parler. On verra plus loin comment il doit s'interpréter.

II

Je passe à l'étude des modifications intérieures qui se produisent dans les arbres écorcés. Je les examinerai d'abord dans l'anneau, puis au-dessus et au-dessous de cette région.

1° *Dans l'anneau.* — Si l'opération est faite au mois de juin, époque à laquelle les décortications s'effectuent facilement, le premier résultat obtenu est l'arrêt, sur toute la surface mise à nu, du développement de la couche qui avait commencé à se former. Le jeune tissu, imparfaitement lignifié, perd rapidement son eau au contact de l'air et se déforme (1). N'étant plus protégé par l'écorce, le bois meurt et se dessèche de plus en plus profondément. Il s'établit ainsi, autour du bois intérieur resté vivant, un cylindre de bois nécrosé dont l'épaisseur augmente peu à peu ;

(1) Par suite de la dilacération des éléments qui accompagne toujours l'écorcement, il se produit un écoulement de tanin, lequel, s'oxydant au contact de l'air, forme un enduit brunâtre à la surface de la plaie et jusqu'à une profondeur de quelques millimètres. En outre l'eau pluviale, entraînant par lavage le tanin qui imprègne les parois des éléments plus anciens, le dépose dans le lumen de ceux-ci sous forme d'amas brun rougeâtre, ce qui donne au bois récemment dénudé une teinte ocreuse d'autant plus intense qu'il était plus riche en tanin. Cette teinte disparaît au bout de quelques mois, l'eau de pluie finissant par entraîner ce tanin oxydé ; le bois conserve alors une teinte grise.

toutefois cet effet se produit de plus en plus lentement par suite de la présence même du cylindre de bois mort, qui remplaçant l'écorce protège à son tour la région centrale. Ainsi sur une section pratiquée à travers l'anneau d'un Sapin opéré quinze mois auparavant à 6 mètres de terre on apercevait une zone plus pâle de 1 centimètre d'épaisseur, ne renfermant plus que 25 pour 100 d'eau, alors que la région intérieure en contenait encore 54 pour 100, c'est-à-dire la teneur normale. C'est grâce à cette enveloppe protectrice que l'eau peut encore s'élever par la région centrale (1).

Une des conséquences les plus importantes des annélations est la disparition plus ou moins rapide de l'amidon de toute la région décortiquée. Sur des Chênes de quarante ans et sur d'autres âgés de soixante-dix à quatre-vingts ans, écorcés au mois de juin, les uns sur toute la longueur du fût, les autres sur 20 centimètres de large et sous les branches, l'amidon avait déjà notablement diminué dans l'aubier au bout d'un mois, et entièrement disparu au mois d'octobre, en suivant généralement un certain ordre. Les petits rayons médullaires s'étaient d'abord vidés, puis la partie centrale des gros, enfin la périphérie de ceux-ci et le parenchyme ligneux (2). Cette résorption de l'amidon est plus ou moins rapide suivant les essences et les saisons. L'annélation ayant été pratiquée à l'automne, j'ai trouvé encore une certaine quantité d'amidon au printemps, bien qu'il se fût écoulé un plus long laps de temps que dans l'expérience précédente. En hiver la résorption est donc bien moins active.

Si l'écorcement est fait dans le courant de l'été, non seulement toute l'activité cambiale est arrêtée à la surface de la plaie, mais les éléments créés en dernier lieu ne peuvent se perfectionner; leurs parois ne s'épaississent pas, restant même souvent ondulées. Ils demeurent fixés dans leur structure rudimentaire.

2° *Région située au-dessus de l'anneau.* — Quand l'annélation est effectuée au mois de mai, les pousses qui se développent peu de temps après dans la cime n'acquièrent pas les dimensions de celles des années précédentes; leurs feuilles restent plus exiguës et ont une coloration

(1) Si la zone périphérique se dessèche, c'est parce que l'eau, qui, pendant quelque temps encore après l'opération, continue à s'élever par cette voie, s'évapore plus rapidement qu'elle n'arrive. Une fois parvenue à une certaine limite de dessiccation, qui m'a paru être atteinte quand le dosage de l'eau descend au-dessous de 20 pour 100, le bois dépérit et l'eau ne paraît plus pouvoir le traverser.

(2) C'est à peu près dans le même ordre que l'amidon disparaît en automne du bois des essences à réserve amylacée peu abondante (bois blancs, Conifères). Voy. *Répartition hivernale de l'amidon dans les plantes ligneuses* (Compt. rend. de l'Acad. des sciences, 27 avril 1891).

plus pâle. Non seulement aucun bourgeon dormant ne s'évolutionne sur le tronc, mais il arrive assez souvent qu'un certain nombre de bourgeons normaux restent sans se développer. Tous ces caractères attestent un apport insuffisant de matières azotées dans la cime. On aurait tort toutefois de conclure de ce fait que les tissus existants en soient appauvris. C'est ce qui résulte du moins d'un dosage d'azote (écorce et liber) exécuté sur un de mes arbres d'expérience (Hêtre d'une soixantaine d'années, annelé à 6 mètres de terre depuis dix-huit mois et paraissant encore assez vigoureux). Je trouvai les quantités d'azote suivantes pour 100 de matière sèche :

A 2 ^m ,50 au-dessous de l'anneau.....	0,796.
A 0 ^m ,50 au-dessous de l'anneau.....	0,758.
A 0 ^m ,50 au-dessus de l'anneau.....	0,775.

Cette constance dans la teneur d'azote prouve que les tissus retiennent ce corps avec énergie et ne le cèdent pas aux organes en évolution, ainsi que cela a lieu pour les substances hydrocarbonées de réserve. Ces organes ont besoin, pour parfaire leur développement, de l'azote que leur apporte, sous forme de nitrates, l'eau puisée par les racines. Comme l'arrivée de cette eau dans la cime est plus ou moins ralentie à la suite de l'opération, ces nitrates ne parviennent qu'en quantité insuffisante aux pousses nouvelles, qui souffrent ainsi à la fois par pénurie d'eau, d'azote et des divers sels que fournit le sol. C'est ainsi que je crois devoir expliquer le ralentissement dans l'évolution des branches, si caractéristique pour toute la région située au-dessus de l'annélation.

Mais il n'en est pas de même de l'activité cambiale, au moins pendant la première année. Bien souvent j'ai constaté que la couche de bois formée après l'opération est aussi large, sinon plus, que les précédentes. Il semble qu'un abondant apport d'eau et de matières azotées soit moins nécessaire pour cela que pour le développement de nouvelles pousses. Cette activité du cambium est du reste favorisée par l'accumulation d'amidon qui ne tarde pas à se produire dans la cime, celui créé par les feuilles ne pouvant, ainsi qu'on l'a vu, se répandre dans la partie du tronc écorcée, ni, comme on le verra plus loin, dans toute la région située au-dessous de l'anneau (1).

(1) Dans le voisinage des lèvres de l'anneau il se forme, comme on sait, des bourrelets; mais celui de la lèvre supérieure est notablement plus gros que celui de la lèvre inférieure. On en comprend facilement la raison quand l'annélation est faite au bas d'une branche ou dans la partie du tronc située au-dessous des rameaux. Dans ce cas l'amidon, à mesure qu'il se forme, se loge d'abord dans les tissus de réserve, puis ceux-ci une fois remplis, il s'accumule, sous la poussée de la production incessante de cette substance par les feuilles dans la région où, par suite de la diminution de pression de l'écorce, il peut trouver le plus de place, c'est-à-dire dans le voisi-

L'eau renfermée dans les tissus au-dessus de l'annélation est moins abondante que dans les conditions normales, ce qui se conçoit, puisqu'il leur en arrive de moins en moins à mesure que l'anneau se dessèche plus profondément et qu'ils continuent à en perdre par transpiration ; mais la quantité qui subsiste, même au bout d'un temps assez long (deux et trois ans), est plus considérable qu'on ne le supposerait, ainsi qu'on le verra par les tableaux que je produirai ultérieurement.

3° *Région située au-dessous de l'anneau.* — Dans cette région les conséquences de l'écorcement sont bien différentes de ce qu'elles sont au-dessus de l'anneau. Si l'arbre appartient à la catégorie des feuillus, si de plus il est assez jeune, les bourgeons dormants dont le tronc est plus ou moins garni ne tardent pas à se développer, ce qui n'a pas lieu, comme je l'ai dit, dans la partie supérieure à l'anneau.

Les pousses qu'ils forment ont même souvent une vigueur toute spéciale, analogue à celle qui caractérise les rejets apparaissant sur les

nage de la lèvre supérieure de la plaie. Il y est du reste attiré par la grande activité génésique qui ne tarde pas à s'y développer, comme dans tous les tissus qui bordent une plaie, à la suite de l'abaissement de tension des tissus cortico-libériens. Les choses ne se passent pas ainsi à la lèvre inférieure. Les éléments de bordure se multiplient bien, mais d'une manière moins active, parce qu'ils reçoivent beaucoup moins d'amidon. En effet, dans le cas d'une annélation du tronc effectuée sous les premières branches, l'amidon ne peut arriver à la lèvre inférieure, puisqu'il disparaît rapidement, comme on le verra plus loin, de la région infra-annulaire. D'autre part, quand l'annélation est exécutée à la partie inférieure d'une branche insérée soit sur une autre branche, soit directement sur le tronc, l'amidon pourrait sans doute se rendre soit de cette branche secondaire, soit du tronc, à la lèvre inférieure de la plaie, mais il faudrait pour cela qu'il prît une direction latérale. Or cette substance, qui, d'après les expériences relatées plus bas, semble, dans sa marche descendante vers les radicules, cheminer par les tubes grillagés du liber, ne quitte pas facilement la voie directe pour s'engager dans les embranchements. Cela n'arrive pas, d'après mes observations, quand il s'agit d'une annélation faite au bas d'un rameau inséré sur le tronc. Le cas se présente au contraire dans une certaine mesure, pour une annélation faite sur une branche insérée sur une autre branche. M. Lecomte dit n'avoir jamais constaté la présence d'amidon au-dessous des annélations faites sur des rameaux (*Journal de Bot.*, 1887, p. 266 et suiv.). Il n'avait sans doute opéré que sur des rameaux insérés sur le tronc. Si l'on pratique une double décortication au milieu d'une branche, de manière que la région limitée par chacun des anneaux soit assez étendue et garnie de rameaux secondaires, l'amidon provenant des feuilles de ces rameaux ne peut sortir de la région ainsi isolée. Il semble donc qu'il n'y ait ici aucun motif pour qu'il s'accumule de préférence dans le voisinage de la lèvre inférieure et que le bourrelet qui ne tarde pas à s'y former soit plus développé que celui de la lèvre supérieure. Il en est cependant ainsi. Sans doute la différence de grosseur entre les deux bourrelets est moindre que dans le cas d'une annélation simple, mais néanmoins celui qui se forme à la lèvre supérieure de l'anneau inférieur est toujours plus fort que celui qui apparaît à la lèvre inférieure de l'anneau supérieur. Les tubes grillagés de ces rameaux secondaires communiquent en effet avec ceux de la partie inférieure plus facilement qu'avec ceux de la partie supérieure de la région ainsi délimitée. C'est par des courbes bien plus ouvertes qu'ils se raccordent avec les premiers.

souches des arbres exploités. Non seulement leur croissance est rapide, mais elles atteignent de grandes dimensions, leurs feuilles deviennent larges et épaisses, d'un vert foncé. Dans les espèces où ces organes sont velus, comme dans le *Betula pubescens*, le pilosisme y est très développé. Tous ces caractères sont l'indice d'un apport considérable de nitrates dans cette région. Ainsi, tandis qu'au-dessus de l'anneau il semble qu'il y ait pénurie d'azote, il paraît y avoir pléthore au-dessous, et cela précisément pour un motif analogue à celui d'où résulte l'accumulation d'amidon dans la première de ces régions. L'eau chargée de nitrates ne pouvant pénétrer que difficilement au-dessus de l'annélation, se concentre au-dessous et y est aussitôt employée par les pousses en évolution.

Pendant la première année du moins, toute activité cambiale est suspendue, jusque dans les racines et les radicelles (1). Si l'opération est faite au début du printemps, l'assise génératrice libéro-ligneuse demeure inerte; si elle a lieu au mois de mai ou de juin, alors que déjà cette assise avait commencé à fonctionner, le développement est aussitôt arrêté. En examinant en automne le rudiment de nouvelle couche qui s'était formé avant l'annélation, on voit qu'il ne s'est ajouté aucun élément à ceux existant à cette époque. Bien plus, ceux qui étaient en évolution n'ont pu se perfectionner, se lignifier, épaissir ou même rectifier leur contour, que l'on retrouve ondulé comme au moment de l'opération. L'allongement des radicelles finit aussi par s'arrêter et il ne s'en forme plus de nouvelles.

Cet état de choses s'explique quand on examine à intervalles suffisamment rapprochés l'état de la réserve amylacée dans la région infra-annulaire. On constate que cette réserve diminue rapidement. Si des bourgeons apparaissent, ceux-ci en attirent une partie, aussi en trouve-t-on dans leur voisinage. Mais ils sont loin de la consommer entièrement, car elle disparaît bientôt, même des troncs sur lesquels ne se développe aucun rameau (2). Cette disparition est graduelle et s'effectue dans le même

(1) Parfois cependant, à la fin de l'été il se forme quelques nouveaux éléments sur une étendue assez restreinte au-dessous de l'insertion des nouvelles branches.

(2) Plusieurs observateurs ont signalé, sans pouvoir l'expliquer, le fait suivant; quand la région située au-dessus de la lèvre supérieure d'une annélation est placée dans un milieu suffisamment humide, il s'y développe des radicelles, ce qui ne se produit sur aucun point de la région infra-annulaire. Faivre notamment avait constaté ce fait quand il pratiquait des décortications sur les racines (*Ann. des sc. nat. voy. loc. cit.*). Cette différence dans les effets provient précisément de l'accumulation d'amidon dans la région supra-annulaire et de sa disparition dans la région infra-annulaire. On sait que les radicelles n'apparaissent que sur les points d'une bouture où se trouve amassée une provision suffisante d'amidon, et principalement à celle de ses extrémités qui est en contact avec l'eau. Il ne peut donc s'en former au-dessous de l'anneau, où la réserve amylacée, loin de s'accroître, diminue rapidement à la suite de l'opération.

ordre que celui qui a été décrit pour sa résorption dans l'anneau. En outre il est à remarquer qu'elle se produit d'abord dans l'écorce et les parties les plus âgées du liber, en même temps que dans les couches les plus anciennes du bois. La partie voisine de l'annélation perd son amidon avant la partie inférieure du tronc et celle-ci avant les grosses racines. C'est dans les radicelles qu'on rencontre cette substance en dernier lieu. Elle chemine donc de haut en bas et se rend dans ces organes qui l'attirent pour la faire servir quelque temps encore à leur développement. Mais elle finit par disparaître aussi des radicelles.

Cette résorption de l'amidon dans toute la partie de l'arbre située au-dessous de l'annélation se produit plus ou moins rapidement suivant les essences. Il persiste plus longtemps dans celles où il est abondant. Des Chênes de trente-cinq et de quatre-vingts ans, écorcés au mois de juillet, avaient entièrement perdu leur réserve amylacée au mois d'octobre. Dans les Conifères, où cette réserve est en général assez faible, la disparition est encore plus prompte. Mais, même dans les essences à réserve abondante, elle s'effectue d'une manière variable. J'ai toujours constaté qu'elle est plus rapide dans le Chêne que dans le Hêtre. Enfin, suivant l'époque à laquelle elle est faite, l'opération exerce aussi une influence notable. Des Chênes ayant été annelés en novembre, j'ai trouvé encore passablement d'amidon dans leurs racines et surtout dans leurs radicelles au mois d'avril suivant.

De ce qui précède il résulte deux faits importants : 1° la réserve amylacée disparaît rapidement de toute la région infra-annulaire ; 2° elle n'est pas remplacée. Il s'agit maintenant d'interpréter ces deux résultats.

1° Et d'abord, à quelle cause est due la disparition ? On doit l'attribuer en partie à la consommation qu'en font les rameaux qui apparaissent sur le tronc et les radicelles qui se développent encore un certain temps. Mais ce ne sont là que des causes secondaires, car, après avoir pratiqué des annélations doubles, de manière à laisser entre chacune d'elles une bande d'écorce de 30 à 50 centimètres de large, j'ai constaté que l'amidon disparaissait également assez vite de cette région, bien que cependant il ne s'y formât aucune branche et qu'elle ne fût plus en communication avec les racines. En réalité, il y a à la fois migration et résorption, cette dernière analogue à celle qui se produit dans les arbres abattus quand ils sont placés dans des conditions où la végétation peut se maintenir assez longtemps (1). Quelle en est la cause ? J'ai signalé l'an

(1) Le 27 août 1890, je fis exploiter un Hêtre de quatre-vingts ans, isolé, très vigoureux, mesurant 1 mètre de tour. Toutes les branches furent enlevées et le fût, réduit à un tronçon de 8 mètres de long, fut abandonné sur le sol. A ce moment la réserve amylacée était très abondante dans le bois, le liber et l'écorce. Au mois de novembre suivant, ayant fait débiter ce tronc, je n'y trouvai plus trace d'amidon. — Plusieurs fois il m'est arrivé d'immerger par une extrémité des fragments de branches de Chêne et de Hêtre, en les maintenant à l'obscurité. Au bout de deux mois

dernier une disparition semblable de l'écorce, du liber et souvent même du bois dans les arbres à la fin de l'automne, et j'ai émis l'opinion qu'elle semblait due à la combustion respiratoire (1). M. Fischer, qui s'occupait à la même époque de cette question, a trouvé comme moi que l'amidon disparaît à l'entrée de l'hiver, mais il est d'avis qu'il se transforme en huile et en glycose (2). Cette transformation proviendrait de l'antagonisme entre les leucites et les diastases. L'activité des premiers étant ralentie par l'abaissement de la température et les diastases continuant à agir avec la même énergie, il finirait par en résulter une conversion complète de l'amidon en glycose. Les expériences que je viens de relater, sans parler d'autres que j'ai faites récemment, ne paraissent guère favorables à cette manière de voir. En effet, si l'abaissement de température favorisait la transformation de l'amidon, ce corps disparaîtrait plus rapidement des sujets écorcés à la fin de l'automne que de ceux écorcés au printemps et en été. Or, comme on vient de le voir, c'est précisément l'inverse qui a lieu. Au contraire, cette différence s'explique en admettant la disparition par combustion respiratoire. Il est naturel que celle-ci soit plus énergique en été qu'en hiver.

2° Puisque l'amidon finit par disparaître entièrement de toute la région située au-dessous du bord supérieur de l'annélation, cela prouve que non seulement il est absorbé, mais encore qu'il n'est pas remplacé (3). Et cependant, dans toute la région au-dessus de l'anneau il se rencontre en plus grande abondance que dans les conditions normales. Il ne peut donc passer de la seconde dans la première, et l'on est autorisé à conclure qu'il ne peut cheminer longitudinalement de haut en bas par le bois, que pour cela l'écorce est néces-

l'amidon avait généralement disparu du Chêne. Il persistait plus longtemps dans le Hêtre. — Pour varier ces expériences, j'ai coupé toute la cime sur des Chênes de quarante ans, en ayant soin d'enlever les rameaux provenant des bourgeons dormants, à mesure qu'ils apparaissaient sur le tronc. Sur d'autres Chênes la même opération fut pratiquée, mais en outre on enleva l'écorce sur toute la hauteur du tronc subsistant. Dans tous ces sujets d'expérience l'amidon avait disparu, même des radicelles, deux à trois mois après l'opération, laquelle était faite en été.

(1) *Compt. rend. de l'Acad. des sciences*, 27 avril 1891.

(2) Pringsheim's *Jahrb. f. wiss. Bot.* XXII, p. 73-160.

(3) Lorsque la décortication est faite sur un jeune arbre, la portion du tronc située sous l'anneau continue à produire une certaine quantité d'amidon par la chlorophylle de son écorce. Si l'annélation est double et si les deux anneaux ne sont pas trop distants l'un de l'autre (20 c. par exemple), cette substance se remarque pendant un certain temps encore dans toute la région qui les sépare, parce qu'elle ne peut franchir la limite de ces anneaux. Mais, au-dessous de l'anneau inférieur ou de l'anneau unique quand la décortication est simple, l'amidon n'est généralement plus visible, parce qu'il est dissous à mesure qu'il se forme et entraîné dans toute la région inférieure du tronc, de même que dans les racines. C'est ainsi qu'ayant pratiqué au mois de mars une décortication double sur un vigoureux rejet de Sorbier de trois ans, la région inter-annulaire était au mois de mai remplie d'amidon, tandis qu'au-dessus de l'anneau supérieur et au-dessous de l'anneau inférieur on n'en voyait plus trace. Dans la première de ces régions il était employé au développement des jeunes pousses et dans la seconde à la formation des radicelles. Ayant placé à l'abri du jour un autre rejet de Sorbier opéré de même, aucune trace d'amidon ne s'observait dans la région inter-annulaire. La quantité d'amidon ainsi produite par le parenchyme cortical est tout à fait insuffisante pour l'entretien des racines.

saire. Comme le parenchyme cortical n'existe plus dans les parties basses du tronc d'un arbre âgé, on peut ajouter que c'est par le liber que l'amidon chemine. Mais parmi les éléments divers qui composent ce tissu, y en a-t-il de spécialement affectés à ce transport? Pour le savoir, j'ai pratiqué en été des décortications en hélice sur des Chênes, en faisant varier le nombre de tours (jusqu'à le réduire à un seul sur une hauteur de 2 mètres), de même que la largeur des bandes d'écorce enlevées. De cette manière il n'y avait pas interruption latérale, mais seulement interruption longitudinale entre l'écorce de la région du tronc occupée par l'hélice et celle de la région située au-dessus du point où elle débutait. L'amidon disparut à peu près aussi vite que s'il y avait eu annélation et la cime des sujets opérés se dessécha dans le courant de l'automne. En même temps, sur d'autres Chênes semblables, des bandes d'écorce furent enlevées longitudinalement. Or, plusieurs mois après l'opération, on trouva de l'amidon dans toute la région opérée et la cime ne dépérit pas. Cet amidon parvenait de la région supérieure du tronc par les bandes d'écorce laissées en place. En rapprochant les résultats fournis par ces deux expériences, on voit que ce ne peut être par le parenchyme libérien que chemine l'amidon ou la substance dans laquelle il se transforme pour circuler, puisque ce parenchyme n'était pas interrompu par l'écorcement en hélice. On est ainsi amené à penser que ce transport s'effectue par des éléments tubulaires. Ceux-ci étant sectionnés en plusieurs endroits à la suite de l'opération, la communication se trouvait interrompue entre leurs divers tronçons. Il n'en était pas de même dans les décortications par bandes longitudinales. Or les seuls éléments tubuleux du liber sont les tubes criblés.

L'examen précédent fait dans l'anneau et dans les régions supra et infra-annulaires peut être résumé ainsi :

a. *Région annelée.* — Une zone périphérique plus ou moins épaisse se dessèche; l'eau, ne pouvant plus la traverser, ne parvient à la région supérieure que par le bois central, quand celui-ci est perméable. L'amidon disparaît rapidement. Le développement de la nouvelle couche est arrêté. Les éléments qui avaient commencé à se former ne peuvent atteindre ni leurs dimensions, ni leur forme normales.

b. *Région supra-annulaire.* — La quantité d'eau qui y pénètre est notablement diminuée. Il en est de même des nitrates et autres sels que charrie cette eau. Aussi le développement des pousses est-il très ralenti et finit-il par s'arrêter. Tant que la cime porte des feuilles, l'amidon est plus abondant que d'habitude dans cette région, parce qu'il s'y accumule, dans l'impossibilité où il se trouve de franchir l'anneau. Grâce à cet amidon, le cambium, qui paraît avoir moins besoin que les pousses d'un apport continu de sels et d'eau, forme une nouvelle couche ligneuse, au moins pendant la première année.

c. *Région infra-annulaire.* — L'amidon se porte en partie aux radicelles et aux bourgeons dormants et est en partie résorbé. Comme il n'est pas remplacé par celui que la cime continue à produire, les tissus finissent par en perdre la dernière trace; aussi l'accroissement des radicelles ne tarde-t-il pas à s'arrêter et l'absorption d'eau se ralentit de plus en plus. L'activité cambiale cesse aussitôt après l'opération.

Puisque l'amidon formé par les feuilles ne peut dépasser l'annélation et que toute la région située au-dessous épuise rapidement sa réserve amylacée, il en résulte que le développement des radicelles ne saurait se poursuivre longtemps après l'opération, ce qui du reste est démontré par l'observation. Les radicelles ne s'accroissant plus, l'absorption de l'eau va peu à peu diminuant et finit par s'arrêter, car il ne suffit point qu'une racine ne péricisse pas pour que l'absorption d'eau soit assurée, il faut encore qu'elle s'accroisse d'une manière continue, puisque c'est surtout et souvent uniquement par les parties jeunes, garnies de poils radicaux, que l'eau et les substances auxquelles elle sert de véhicule pénètrent dans l'organisme. Mais ce n'est pas seulement l'allongement des radicelles qui est arrêté, leur existence même est compromise, car il n'est possible à aucun tissu végétal de subsister en l'absence d'amidon, de glycose, ou de tout autre aliment respiratoire. Dans les essences à réserve amylacée abondante, les racines peuvent vivre assez longtemps après avoir perdu toute trace d'amidon, parce que cet amidon en disparaissant se convertit en glycose et qu'il subsiste sans doute pendant un certain temps une quantité assez notable de cette substance. Mais dans les essences où la réserve amylacée est faible, dans les Conifères entre autres, les derniers restes de glycose sont promptement consommés; aussi les radicelles de ces plantes péricissent-elles rapidement. Du reste ce côté de la question réclame de nouvelles recherches.

III

D'après ce qui précède il est possible de se rendre compte de la succession de phénomènes qui occasionnent le dépérissement des arbres sur lesquels a été pratiquée une décortication annulaire. Le premier effet de l'opération est la dessiccation du bois mis à nu, et par suite une diminution dans l'arrivée de l'eau à la partie du tronc qui se trouve au-dessus de l'anneau; mais, si l'écorcement a été fait dans une région d'un assez grand diamètre et dépourvue de duramen, le bois central protégé par le cylindre desséché continue à laisser passer l'eau en quantité suffisante pour permettre à la cime de vivre longtemps. En effet, comme à partir de ce moment elle ne développe que de faibles pousses, la perte d'eau par transpiration se trouve très réduite. Mais, pour qu'il en fût

ainsi, il faudrait que les radicelles pussent de leur côté continuer à s'allonger et à absorber de l'eau. Or c'est ce qui précisément n'a pas lieu, comme on l'a vu. Le dépérissement de la cime est alors la conséquence de l'arrêt de fonctionnement des racines. Il peut se produire deux cas :

1° Si la réserve amylacée est abondante et si les feuilles transpirent beaucoup, la cime se dessèche vite et dépérit avant la région infra-annulaire, en supposant bien entendu que celle-ci ne se garnisse pas de rameaux. C'est ce qui se présente généralement dans les essences feuillues à bois dur.

2° Si la réserve amylacée est faible et si les feuilles transpirent peu, la cime ne se dessèche que très lentement, grâce surtout à la provision d'eau qu'elle possède, et il arrive alors souvent que les racines et la région inférieure du tronc dépérissent les premières. C'est ce qui a lieu dans les Épicéas et les Pins. Il n'est pas rare alors de voir les racines pourrir, tandis que les branches sont encore garnies de feuilles. Ce sont même des exemples de ce genre qui m'ont mis sur la voie du rôle des racines dans les conséquences de la décortication. On peut donc dire d'une manière générale qu'au-dessus de l'annélation le dépérissement survient par pénurie d'aliments albuminoïdes et au-dessous par défaut d'aliments hydrocarbonés.

Les annélations pratiquées sur les rameaux sont bien propres à montrer que le plus souvent c'est le ralentissement, puis l'arrêt de fonctionnement des racines qui provoquent le dépérissement de la cime. Les écorcements de branches n'entraînent pas, en effet, de conséquences graves pour la végétation des organes souterrains, puisque ceux-ci continuent à être alimentés par les autres branches. Or, si l'opération est faite sur une branche d'un petit diamètre, la partie située au-dessus de l'anneau ne tarde pas néanmoins à mourir, parce que, la dessiccation envahissant alors toute l'épaisseur de cet anneau, l'eau ne peut plus le traverser. Si au contraire la décortication est effectuée sur une branche volumineuse ne possédant pas de duramen, l'eau, pouvant passer par la partie centrale, continue à alimenter dans une certaine mesure la partie supérieure. Celle-ci, réservant d'ailleurs pour elle l'amidon produit par ses feuilles, se trouve dans des conditions suffisantes pour pouvoir végéter pendant de nombreuses années. R. Hartig cite un exemple remarquable de ce genre (1). Une des branches d'un Pin fourchu âgé de cent ans avait été annelée par son père en 1871. Elle vivait encore dix-huit mois après.

Le résultat est le même quand l'alimentation des racines est assurée par un développement suffisant des branches dans la région infra-annu-

(1) V. *Allgemein Forst- und Jagd-Zeitung*, novembre 1889.

laire. C'est à cette cause qu'il faut attribuer la prolongation d'existence de ce Tilleul de Fontainebleau étudié par Gaudichaud (1) et par M. Trécul (2), ainsi que celle des Marronniers de Compiègne cités par M. du Breuil (3). Les uns et les autres avaient la partie inférieure du tronc garnie de rejets (4). Ils étaient assez gros et ne possédaient pas de duramen; par conséquent la région centrale de l'anneau continuait à laisser passer l'eau. Leur feuillage s'était notablement réduit. La transpiration étant restreinte, le besoin d'eau devenait assez faible et l'amidon formé par les feuilles, tout en se trouvant moins abondant qu'auparavant, devait suffire aux besoins de la cime, puisqu'il s'y accumulait.

La soudure des racines avec celles d'un arbre voisin peut aussi prolonger l'existence d'un sujet annelé. C'est ce qui se présente fréquemment dans les Sapins. On sait que dans ces arbres les racines se greffent très facilement les unes aux autres. Presque tous mes Sapins d'expérience, bien qu'opérés depuis deux ans, sont encore en bonne végétation. Ils renferment dans la partie inférieure du tronc de l'amidon qui leur est fourni par l'arbre auquel leurs racines sont soudées. M. Guinier a cité chez un Sapin un cas de longévité remarquable, dû certainement à cette cause (5).

Enfin, la réunion à la base des rejets insérés sur une même souche produit un effet analogue. J'ai eu l'occasion de voir un rejet de Hêtre décortiqué accidentellement depuis huit ans, dont la partie supérieure était encore néanmoins en assez bon état. Ce rejet se trouvait relié, par un lambeau de bois vivant, à un autre rejet. Bien que le sujet mutilé ne fût pas gros (5 centimètres de diamètre), le bois central, protégé par une zone de bois nécrosé de 5 millimètres de largeur, était parfaitement frais (6). La région au-dessous de l'anneau renfermait de l'amidon fourni par le brin avec lequel il communiquait; la partie située au-dessus de l'anneau contenait de l'amidon provenant des feuilles du sujet, mais dans l'anneau le bois vivant n'en renfermait pas trace (7). Il

(1) *Compt. rend. de l'Acad. des sciences*, 7 mars 1853.

(2) *Ann. des sc. nat.*, 4^e série, t. III.

(3) *Compt. rend. de l'Acad. des sciences*, 1873, t. LXXVI, p. 651.

(4) Ce fait n'avait pas échappé à la sagacité de M. Trécul, qui le regardait comme ayant dû contribuer à la prolongation d'existence de l'arbre. Cependant il ne paraît pas s'être rendu compte que c'était uniquement par ces rejets qu'était entretenue la vitalité des racines.

(5) *Revue des Eaux et Forêts*, 1886, p. 487 et suiv.

(6) De toutes les essences sur lesquelles j'ai expérimenté, le Hêtre est celle qui a le mieux supporté les annélations.

(7) Cette observation est intéressante en ce qu'elle montre que l'amidon ne peut pas plus cheminer par le bois pour monter que pour descendre. La présence du liber est indispensable. L'amidon peut se rendre transversalement du bois au liber et inversement, mais il ne peut circuler longitudinalement par le bois.

devait cependant s'y trouver, pour y entretenir la vie, une certaine quantité de glycose, dont la présence est, à divers degrés, générale dans les vaisseaux.

Si un arbre, grâce au concours des diverses circonstances qui viennent d'être examinées, peut résister pendant plusieurs années aux conséquences de l'annélation, il n'en est pas moins voué à une destruction plus rapide que dans les conditions normales. Le bois de l'anneau dénudé finit par se décomposer sous l'influence des agents atmosphériques. La dessiccation suspendue pendant un certain temps envahit alors les tissus plus internes, que ne protège plus suffisamment le cylindre de bois nécrosé, et il survient un moment où la région restée vivante ne laisse plus passer assez d'eau pour entretenir la vie dans la cime.

M. Duchartre fait à la Société la communication suivante :

NOTE SUR UNE MONSTRUOSITÉ DU *PHYSOSTEGIA VIRGINIANA* Benth.,
par **M. P. DUCHARTRE.**

Au mois de juillet 1891, notre savant confrère M. Bornet a bien voulu m'envoyer une tige de *Physostegia virginiana* Benth., Labiée connue sous le nom vulgaire de Cataleptique de Virginie, qu'il avait remarquée, dans son jardin de Cosne (Nièvre), comme offrant une curieuse déformation. Ainsi que lui, j'ai vu qu'il y avait là des particularités remarquables; aussi ai-je fait de cette tige l'objet d'un examen dont je demande à la Société la permission de lui faire connaître les résultats.

Telle que je l'ai reçue, cette tige était longue de 0^m,62 et mesurait près d'un centimètre d'épaisseur dans sa partie inférieure. Sa déformation consistait essentiellement en une torsion en spirale qui s'y était opérée à des degrés inégaux, sur divers points, mais non dans toute sa longueur et qui, comme d'ordinaire, en pareil cas, avait déterminé un changement notable dans la disposition des feuilles. A cette torsion s'était même ajoutée une altération du contour normal de la tige, par suite de laquelle, à plusieurs nœuds, le nombre des feuilles avait été augmenté.

Les deux entre-nœuds inférieurs avaient chacun près d'un centimètre de longueur et offraient cette particularité anormale que, au lieu des quatre angles par lesquels se distingue la tige des Labiées, angles qui, dans l'espèce dont il s'agit ici, sont épaissis et relevés en fortes côtes, elle présentait cinq de ces côtes. Par conséquent, la section transversale de ces entre-nœuds, au lieu d'être quadrilatérale, comme dans